

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-332469  
 (43)Date of publication of application : 02.12.1994

(51)Int.Cl. G10K 11/16  
 B60R 16/00

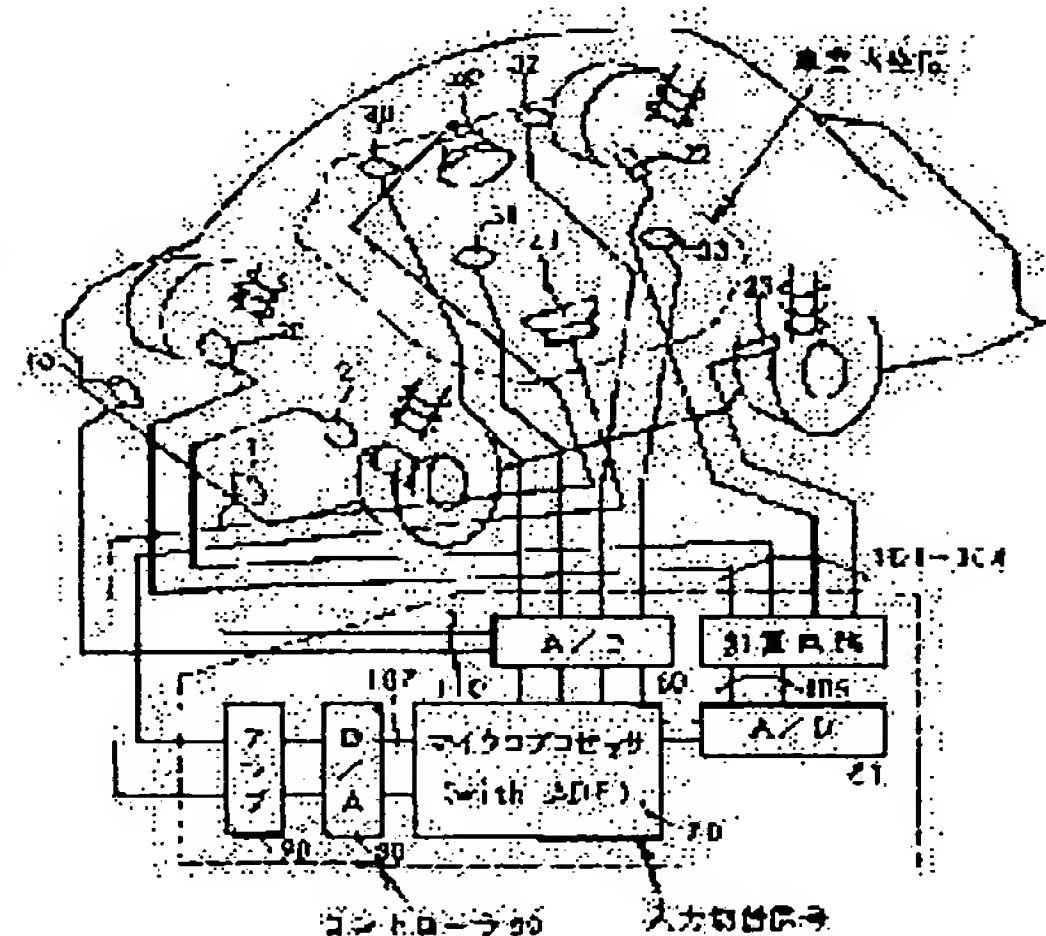
(21)Application number : 05-119525 (71)Applicant : HITACHI LTD  
 (22)Date of filing : 21.05.1993 (72)Inventor : SEKIGUCHI OSAMU  
 IWASE KOJI  
 SHIMOIDE SHINICHI

## (54) METHOD AND DEVICE FOR ACTIVE MUFFLING FOR VEHICLE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To effectively continue a muffling operation by predicting the level of the rapid change in a reference signal at a certain degree in advance with a preview sensor when the reference signal is rapidly changed.

CONSTITUTION: At the time when the state of a road has suddenly changed, preview sensor outputs 10 and 11 are digitized by an A/D converter 60, this preview sensor is monitored, and muffling control is stopped only in a block where the preview sensor signal rapidly changes. The state of the road can be speedily grasped since the preview sensors 10 and 11 are arranged before a vibration sensor fitted to a suspension. Therefore, since it is shown that the outputs of acceleration sensors 20-23 are enlarged when the outputs of the preview sensors 10 and 11 rapidly change, no second-order sound is outputted and the muffling device does not run away by turning the respective values of coefficients for the adaptive filter of the muffling device to zero.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.04.1999  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number] 3435729  
 [Date of registration] 06.06.2003  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-332469

(43) 公開日 平成6年(1994)12月2日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 0 K 11/16  
B 6 0 R 16/00

識別記号

庁内整理番号  
H 7346-5H  
8012-3D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平5-119525

(22) 出願日

平成5年(1993)5月21日

(71) 出願人

000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者

関口 治

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者

岩瀬 幸司

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者

下出 新一

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人

弁理士 小川 勝男

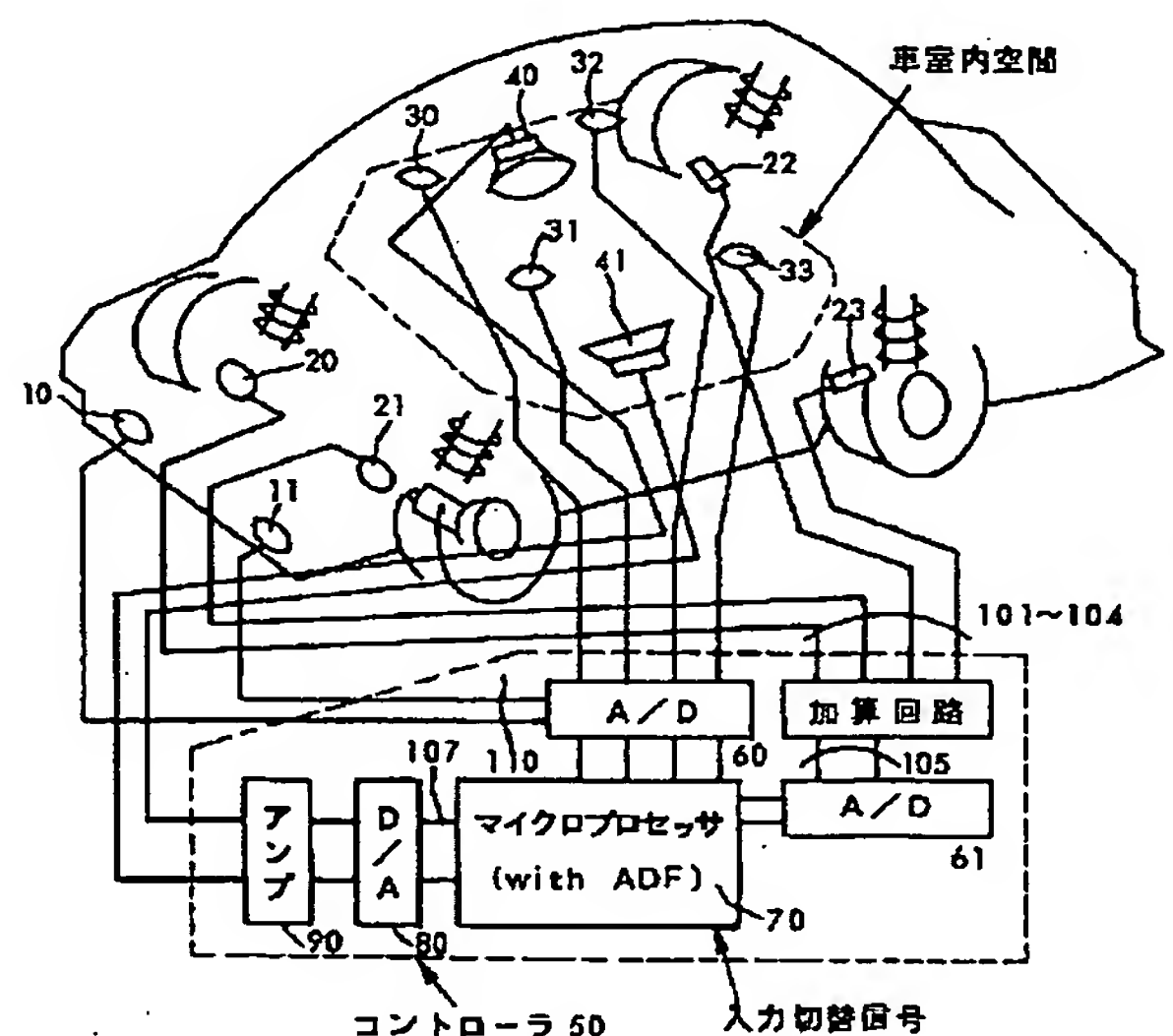
(54) 【発明の名称】 車両の能動消音方法およびその装置

(57) 【要約】

【構成】 走行中の振動を加速度センサにより検出し検出信号を加算回路で加算し参照信号105を作成する。105はA/D変換器61を介してマイクロプロセッサ70に入力され適応信号処理された後、出力制御信号107として出力され、D/A変換器80、パワーアンプ90を介してスピーカ40、41から2次音となって出力され、マイクロフォン30~33の位置でロードノイズを消音する。このとき105の制御やADFの係数の書換えなどをプレビューセンサ検出信号110の値により行う。

【効果】 参照信号より早く道路状態を観測することができるため、突然の道路環境変化に対してもより安定に消音制御装置を稼働させることができる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エラーマイク付近の音を低減するように、参照信号をもとに付加スピーカ出力を適応的に決定し、付加スピーカより音を出力し、消音するアクティブノイズコントロール装置において、前記参照信号とは別に信号を取り込み、この信号を利用して、前記アクティブノイズコントロール装置内のより安定な消音効果を得るように消音動作を制御することを特徴とする車両の能動消音装置。

【請求項2】 エラーマイク付近の音を低減するように、参照信号をもとに付加スピーカ出力を適応的に決定し、付加スピーカより音を出力し、消音するアクティブノイズコントロール装置において、振動センサ出力を前記参照信号とし、路面の凹凸情報を超音波あるいはレーザを用いて計測し、凹凸情報の値が大きくなったときに、前記アクティブノイズコントロール装置内のより安定な消音効果を得るように消音動作を制御することを特徴とする騒音の能動消音装置。

【請求項3】 請求項2において、前記消音動作の制御として、適応フィルタ係数更新時の収束係数の値を変化させて、安定的に車内の消音を行う車両の能動消音装置。

【請求項4】 請求項2において、適応フィルタの係数を所望の値に変更する車両の能動消音装置。

【請求項5】 請求項2において、前記消音動作の制御として、参照信号の入力をストップさせて、2次スピーカからの音の発生をストップさせる消音方法。

【請求項6】 請求項2において、前記消音動作の制御として、適応フィルタの係数を全てゼロにして、2次スピーカからの音の発生をストップさせる消音方法。

【請求項7】 請求項2、3、4、5または6において、振動センサをサスペンションに取り付けた車両の能動消音装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、車両の走行時のタイヤ、サスペンション等のような複数の加振源から伝搬する複数の振動により発生する閉空間、例えば、車室内騒音でランダムノイズを能動的に消音する能動消音方法及び装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 車両の運転時に発生する騒音は、エンジン音、風切音、ロードノイズなど様々であるが、このうち走行中の路面の凸凹によるタイヤ及びサスペンションの振動が車室内に伝搬されて発生する騒音が一般にロードノイズとよばれ、通常30～300Hzのブロードバンドスペクトルを持っている。ロードノイズは、粗い路面では時速40～60Km程度でも発生し、人間にとって不快な音であることから、これを低減するための様々な努力がなされていた。

【0003】 ところで、これら騒音に対する対策は車体

の構造設計上の変更や遮音材を用いた対策など、消極的な方法を用いるのが一般的であった。一方、発生する騒音に対し逆位相の2次音を人工的に作り出して、能動的に音を消す能動騒音制御技術が注目されている。特に、ロードノイズに対して2次音源を用いて能動的消音を行うシステムに関する研究例としては、例えば、文献“アクティブ ノイズ アンド バイブレーション コントロール ウィズイン ザ オートモビル” (“Active Noise and Vibration Control within the Automobile”, A M McDonald, et al, International Symposium on Active Control of Sound and Vibration, ASJ Proc.'91, Tokyo, April 9-11, 1991, pp.147-156) がある。この中で、A M McDonaldらは、リアサスペンションの振動をホイールハブに近接して取り付けした2個の加速度センサの測定出力を参照信号として用い、2個のマイクロフォンと2個のスピーカで構成される能動消音システムにより、リアシートの位置での100Hz付近での騒音レベルをかなり低減できた例について報告している。

【0004】 この、能動騒音制御の基本的なアイディアは古く、1930年代にLuegによって行われた先駆的な研究以降、1950年代にはOlson, Conner等によって研究が行われてきているが、実際に製品に適用されるようになったのは比較的最近である。これはデジタルシグナルプロセッサなど高速制御をきめこまかく可能とするための高速演算素子の出現によるところが大きいが、さらに制御アルゴリズムに関する理論面の整備が進んできていることも挙げられる。

【0005】 能動騒音制御技術に関する最近の注目すべき研究例は、G.B.B.Chaplin によるもの（例えば、特表昭56-501062号公報）とP.A.Nelson/S.J.Elliottによるもの（例えば、特表平1-501344号公報）の2例を挙げることができる。両者の制御方法の違いは、前者の制御が対象とする騒音の周期性を前提とした「繰返し制御」を用いているのに対して、後者のそれは最急降下法の一種であるLMS (Least Mean Square: 最小二乗法) アルゴリズムを用いた適応信号処理を行っている点にあり、対象騒音は必ずしも周期的であることを要しない。

【0006】 このLMS適応制御アルゴリズムは1950年代にWidrowによって体系化された方法であるが、汎用性に富むことから能動騒音制御に関する最近の研究例は、ほとんどこの制御アルゴリズムに依っている。本発明でも、基本的にはこの制御アルゴリズムの使用を前提としているので、前述の特表平1-501344号公報(P.A.Nelson/S.J.Elliott) を例に取って従来技術の説明を行う。

【0007】 図7は、前述の公表特許に記載されている、複数のラウドスピーカとマイクロフォンにより自動車の車室内などの特定の閉空間中を消音する能動騒音制御装置を示している。これは、閉空間内の所定位置の音圧を測定する3個のマイクロフォンと各マイクロフォン



位置で1次音(騒音)と2次音が干渉し合って騒音低減させるための2次音を出力する2個のラウドスピーカ、エンジンの回転に同期した信号を発生する基準信号発生器、基準信号を位相振幅変調させてスピーカを駆動する信号を出力してラウドスピーカを駆動するための1次の適応形フィルタを有する制御回路で構成されている。また、基準信号発生器へはエンジン回転信号(例えば、点火タイミング信号、クランク角センサの信号等)が入力されており、基準信号発生器は時々刻々のエンジン回転周期の整数倍に比例した正弦波信号を生成している。

【0008】LMS適応制御アルゴリズムは、各マイクロフォン位置での音圧の二乗値の和が最小になるよう適応フィルタの係数を時々刻々更新しているが、1次音と2次音がうまく干渉し合って騒音低減が図られるためには、基準信号もしくはその元となる参照信号の中の1次音に対して充分相関性が高い成分が含まれていなければならない。通常、二つの信号間の相関性の度合を表す指標としてコヒーレンス(可干渉性)と呼ばれ0~1の間の値を取る無次元量が定義される。厳密な理論解析の結果から、LMS適応制御アルゴリズムに基づく能動騒音制御システムによる騒音低減量はこのコヒーレンスの値で決定されることがわかっている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ロードノイズは、走行中の路面の凸凹によるランダム加振が原因であるから、基本的にランダム性の強い騒音であり、図2にその一例に示すように幅広いバンドのスペクトル構造を有している。さらに、路面からタイヤへの加振は上下、左右、前後と方向もまたランダムであり、かつ4輪から入力されている。即ち、ロードノイズは複数の騒音源からなっていると同時に、サスペンションを介す、あるいは空気中を伝搬して車室内に入るなど、複雑な伝達系を伝搬してくる。

【0010】このような条件で、LMSアルゴリズムにより能動制御を行ったときに、問題になることの一つに、能動制御装置の安定性や追従性がある。すなわち、ロードノイズはランダム音であるため、装置が安定した後、突如道路の条件が変わり(たとえば、ある区間の道路工事など)環境条件が悪化した場合に、追従性が悪くなり、スピーカから2次音として所望の音と異なる音が出力されてしまう。このようなことが起こると、車室内の人間は不快感を覚えることになる。したがって、本発明の目的の一つは、このような不快感を取り除くことである。

【0011】また、路面の状態が変化するとロードノイズの質が変わり、路面変化の前後で適応フィルタの係数を書換えなければならない。このとき、路面の状態をいち早く得ることができれば、より速く適応することが可能となる。その結果、車室内の乗車員に対して、道路の変化による不快感を与えなくて済む。このことが、本発

明の第2の目的である。

【0012】以上本発明は、車両用アクティブノイズコントロール装置に係り、路面が急激に変化したとしても、車室内の人に対して不快感を与えないようにすることである。

【0013】

【実施例】本発明の構成を図1に示す。この図はロードノイズの能動消音装置の全体像を示している。同図において、能動消音装置は路面情報を得るためのセンサ10、11(以下、プレビューセンサと呼ぶ)、前後左右のサスペンションに取り付けた加速度センサ20~23(ここで、加速度センサは、複数方向の加速度を検出できるタイプであってもよい)、車室内に配置された騒音検出用マイクロホン30~33、消音のための制御音(2次音)を出力するスピーカ40、41、消音制御のためのコントローラ50等によって主に構成されている。プレビューセンサには、超音波を利用するものやレーザを利用するものが考えられる。

【0014】このような構成のもとで、通常の消音は、次のように行われる。まず、走行中に路面の凹凸によりタイヤが加振され、各サスペンションに取り付けられた加速度センサ20、23により振動加速度を検出し、検出信号をコントローラ50に供給する。コントローラ50では検出信号を加算回路105により適当な組み合わせで加算して参照信号105を作成する(同図では参照信号は2個作成される場合を示している。)。そして、その参照信号はA/D変換器61に送られてデジタル信号に変換される。コントローラ50内のマイクロプロセッサ70では、入力されたデジタル信号に適応デジタルフィルタ(ADFと略す)を用いて畳み込み演算を行いスピーカ出力制御信号を生成する。そして、出力信号はD/A変換器80を介してパワーアンプ90により増幅されてスピーカ40、41により2次音となって出力される。一方、ADFはマイクロホン30~33により車室内音圧を検出しその検出信号をA/D変換器60を通してマイクロプロセッサ70に入力する。そして、マイクロプロセッサ70にプログラムされた適応制御アルゴリズムでは、車室内音圧(マイクロホン30~33の出力)の二乗値の総和が最小になるように常にADFのフィルタ係数を調節し、従ってADF出力を調節する。これによりスピーカの2次音出力が常に最適となるように調節されている。

【0015】ここで、上述のADFのフィルタ係数を調節するアルゴリズムには、MultipleError Filtered-x LMSアルゴリズム(MEFX-LMS アルゴリズムと略す)を用いている(MEFX-LMS アルゴリズムの詳細については例えば文献“Signal Processing for Active Control-Adaptive Signal Processing-”, Hareo HAMADA, International Symposium on Active Control of Sound and Vibration, ASJ Proc. '91, Tokyo, April 9-11, 199

1, pp.33-44等に詳細に解説されているのでここでは略する。)

【0016】プレビューセンサ10, 11は、基準信号より早く道路状態の情報を得るために、車体の前方に取り付ける必要がある。このセンサは、直接道路を観測する必要があるため、天候に左右されないことが条件である。このため、超音波やレーザを用いたセンサなどを用いる。

【0017】このような制御が行われているときに、突然、道路状態が変わったとする。このとき、ADFの係数の最適値が大きく変化する。あるいは、加速度センサ出力20~22の出力が大きくなりすぎて、オーバーフローするなどの問題を生じる。このような現象が起こった場合、理想的には、ADFの係数が瞬時に最適値に変わることが望ましい。しかし、実際には、車内の音は図2のようなランダム音であるため、ADFの係数を瞬時に収束させることはむずかしく、最悪の場合には消音システムの暴走も考えられる。このため、本実施例では、プレビューセンサ出力10, 11をA/D変換器60によりデジタル化し、このプレビュー信号を監視し、プレビューセンサ信号が急激に変化している区間だけ消音制御を止めている。プレビューセンサ10, 11は、サスペンションに取り付けた振動センサより前にあるため、早く道路の状態を把握することができる。したがって、プレビューセンサ10, 11の出力が急激に変化した場合には、加速度センサ出力が大きくなることを示すので、従来の消音装置の適応フィルタの係数の各値をゼロにすれば2次音の出力がなくなり、消音装置が暴走することはない。また、プレビューセンサ出力の変動量が小さくなったときに、所定の適応フィルタ係数をロードすることにより、消音動作を再開させることができる。

【0018】プレビューセンサの出力で道路が急激に変化したかどうかを決定する方法を述べる。二つのプレビューセンサ10, 11の差を求める。この差が路面の凸凹を示す情報となるので、この差が大きくなると凸凹量が大きいため、当然加速度信号が大きくなり、従って、参照信号がオーバーフローすることが予想される。なお、参照信号がオーバーフローしていると参照信号が変化し、ADFの値も大きく変化し望ましくない。このときの動作の流れをまとめると図5のようになる。

【0019】本実施例では、路面の変化する区間が短いときに特に有効で、路面状態が変化してもコントローラが発散することなく、通常の路面になったときには消音動作を実行することができるので、安定して音を下げることができるなどの効果を得ることができる。なお、路面が悪いときには音の制御を行っていないが、車体より感じる振動の大きさも大きくなっているため、消音動作停止に伴って音が高くなっても車室内の人には受け入れられるものと考えられる。

【0020】他の実施例について述べる。この実施例で

は、構成は第1の実施例と同じであり、コントローラ50内の消音動作のみが異なっている。そこで、ここでは騒音動作の制御方式のみを説明する。プレビューセンサ信号が急激に変化したときには、収束係数の値を大きくし消音制御は続ける。このとき、収束係数は時間経過とともに低下させていく。以上の消音動作をまとめると図4のようになる。

【0021】本実施例では、プレビューセンサの信号が変化しても、収束係数の値を大きくして速く最適値に近づくようにしているため、路面状態が変化したときに、初めは音が上がるものの徐々に音が低下していくことになり、車室内の人には、音が徐々に下がっていく状態が実感されやすいなど、全時間の平均値としては音が下げられる効果がある。しかし、路面が非常に荒れている場合には有効ではない。

【0022】他の実施例について述べる。この実施例では、構成は第1の実施例と同じであり、コントローラ50内の消音動作のみが異なっている。そこで、ここでは騒音動作の制御方式のみを説明する。

【0023】道路状態が変化した場合の適用フィルタの最適値を保持しており、この最適値が道路状態に対応して交換が可能となれば大きな消音効果をあげることが可能となる。この場合の動作を図6に示す。

【0024】各アルゴリズムの手続きを図4から図6までに示したが、これらの一般的なアルゴリズムを図3に示す。図3において、MEFX-LMSの中断には、マイクロプロセッサ70の動作を止めることも含んでいる。

【0025】以上、本発明によれば道路が急激に変化した場合でも、消音装置の暴走を防ぐことができ、また、道路変化に追従できる消音が可能となる。

【0026】

【発明の効果】本発明によれば、参照信号が急激に変化するような場合でも、プレビューセンサにより事前に、その大きさのある程度予測できるため、アクティブノイズコントロール装置の暴走を止めることができる。また、効果的に消音動作を続行することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】能動消音装置のブロック図。

【図2】車内騒音のスペクトル分布図。

40 【図3】プレビューセンサを用いた第1の方法のフローチャート。

【図4】プレビューセンサを用いた第2の方法のフローチャート。

【図5】プレビューセンサを用いた第3の方法のフローチャート。

【図6】プレビューセンサを用いた第4の方法のフローチャート。

【図7】従来の能動騒音制御装置のブロック図。

【符号の説明】

10…プレビューセンサ、20~23…加速度センサ、

7

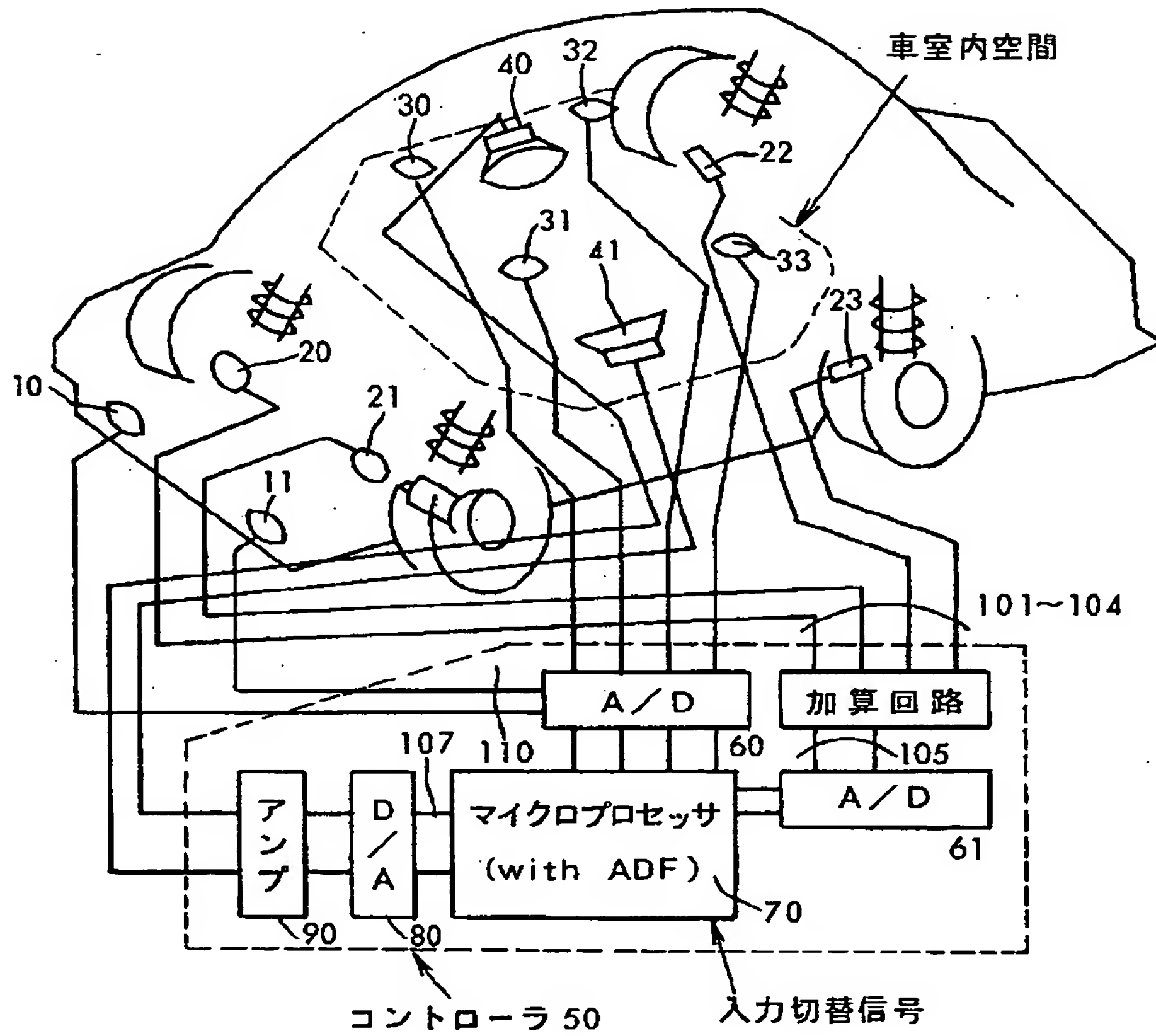
8

30~33...マイクロフォン、40, 41...スピーカ、  
50...コントローラ、60, 61...A/D変換器、70  
...マイクロプロセッサ、80...D/A変換器、90...ア\*

\*ンプ、101~104...センサ検出信号、105...参照  
信号、107...出力制御信号、110...プレビューセン  
サ検出信号。

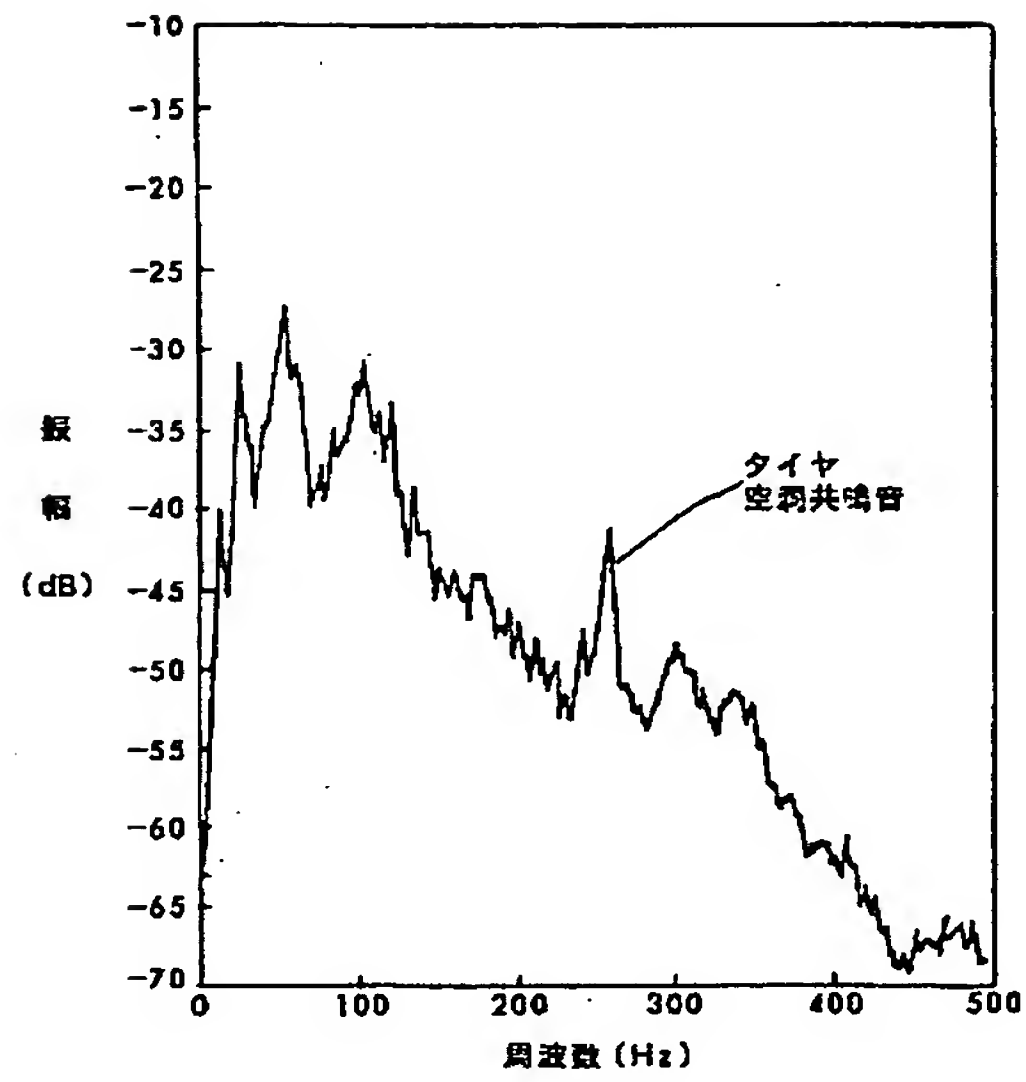
【図1】

図 1



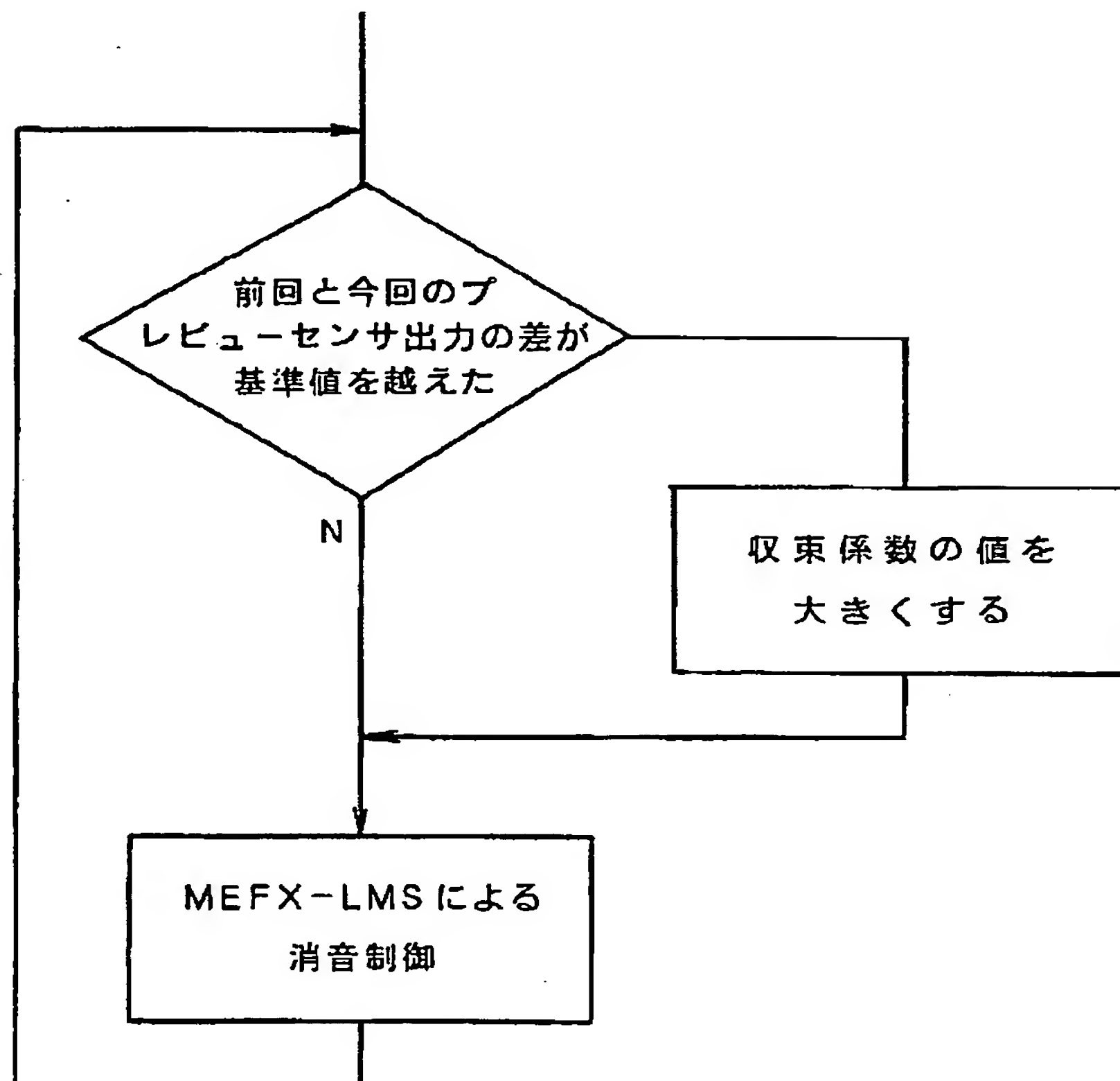
【図2】

図 2



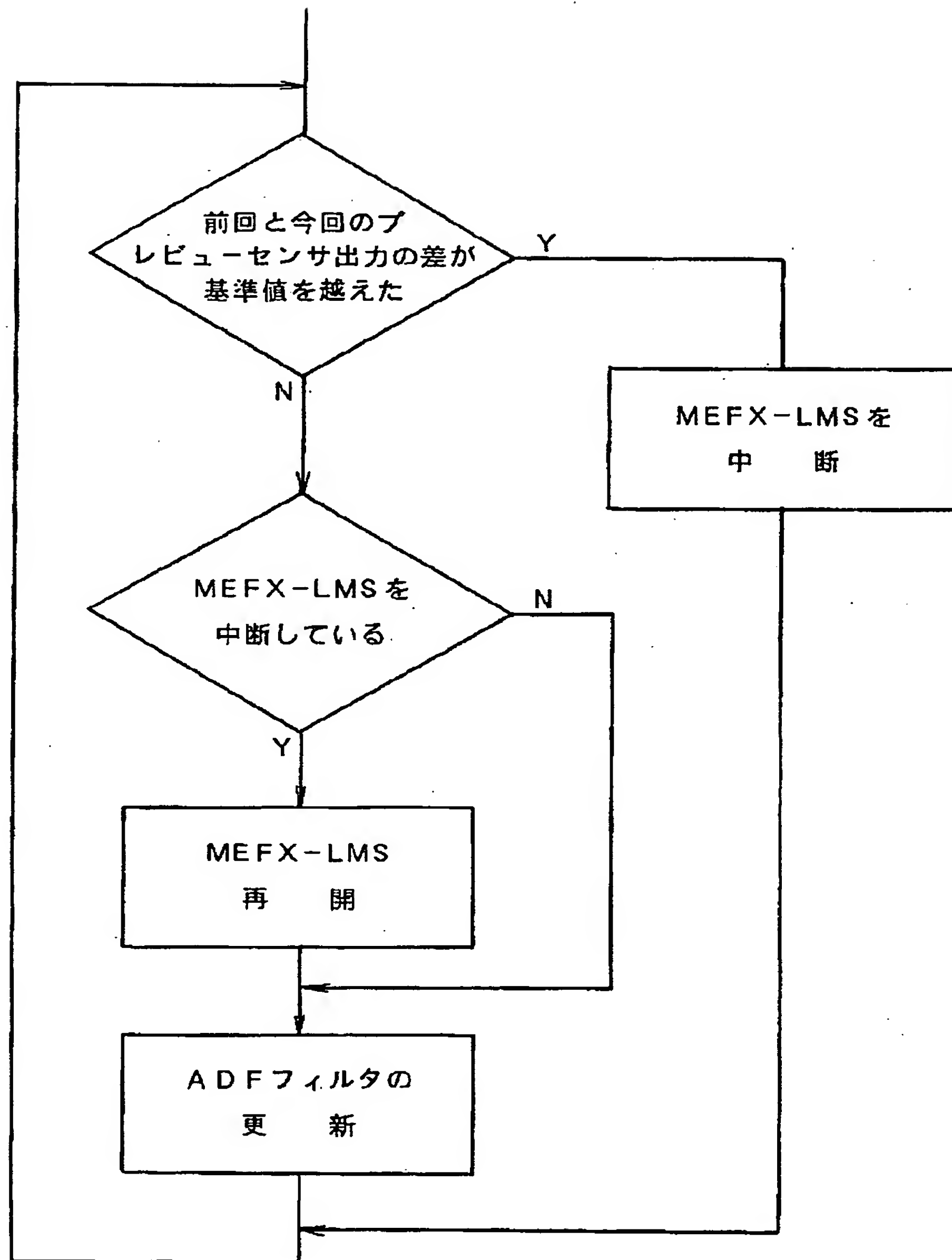
【図4】

図 4



【図3】

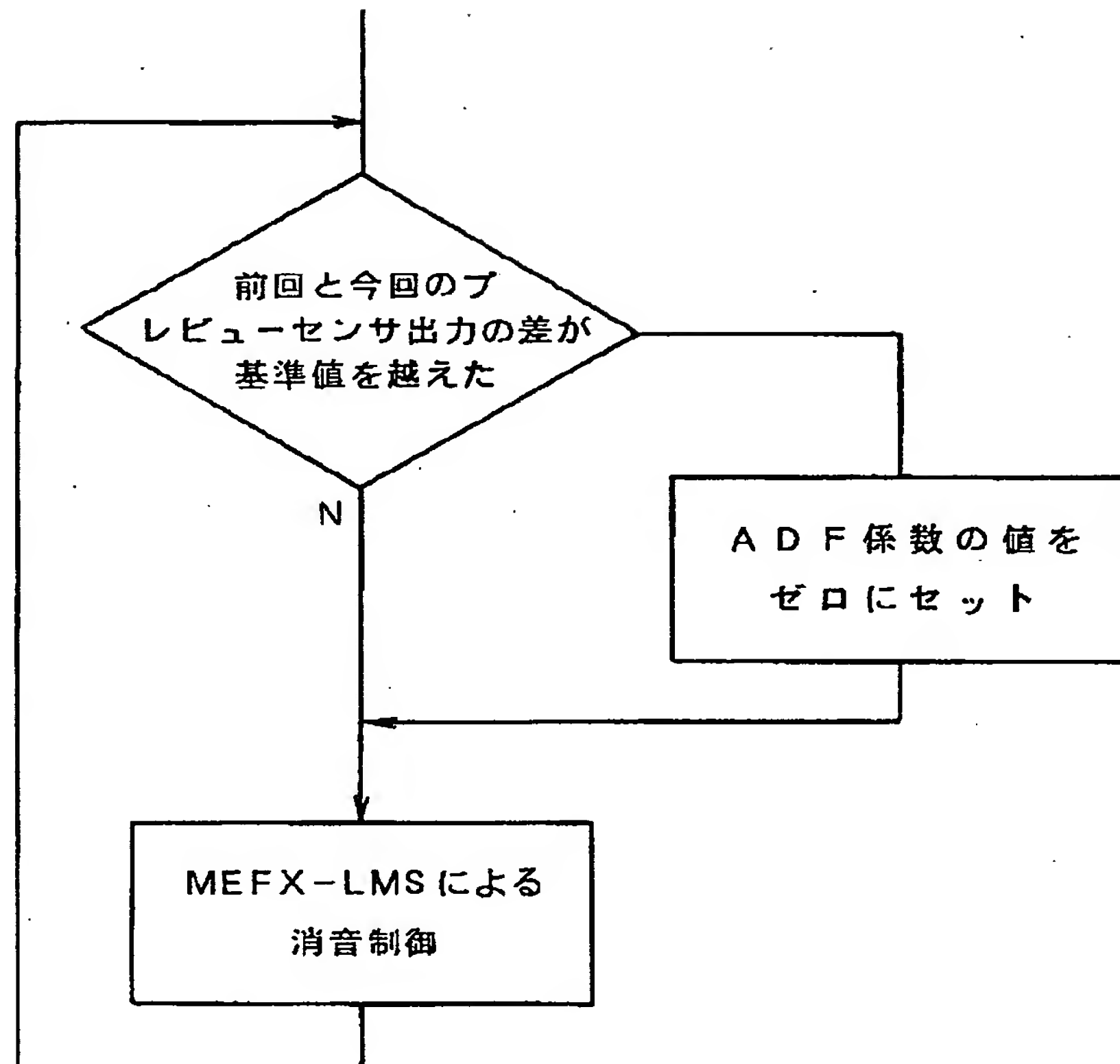
図 3





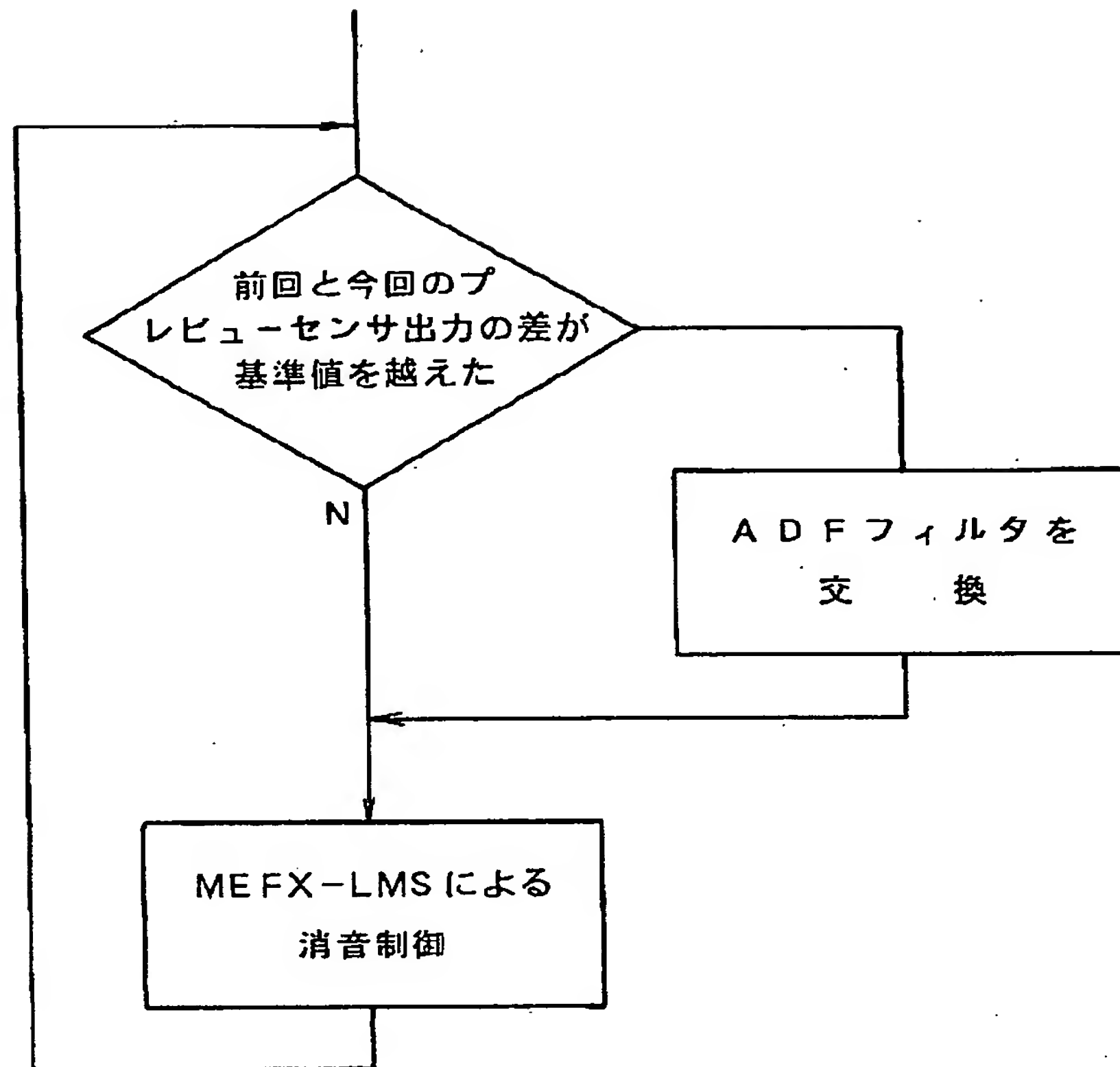
【図5】

図 5



【図6】

図 6



【図7】

図 7

